

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

For: The Patent Application

Our Ref.: NT0474US

☆List OF THE PRIOR ART REFERENCES CITED
IN THE SPECIFICATION

1. JAPANESE Laid-open No. 2000-276707

J1011 U.S. PTO

09/943507



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-276707

(43)Date of publication of application : 06.10.2000

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 11-081964

(71)Applicant : HITACHI METALS LTD
HITACHI LTD

(22)Date of filing : 25.03.1999

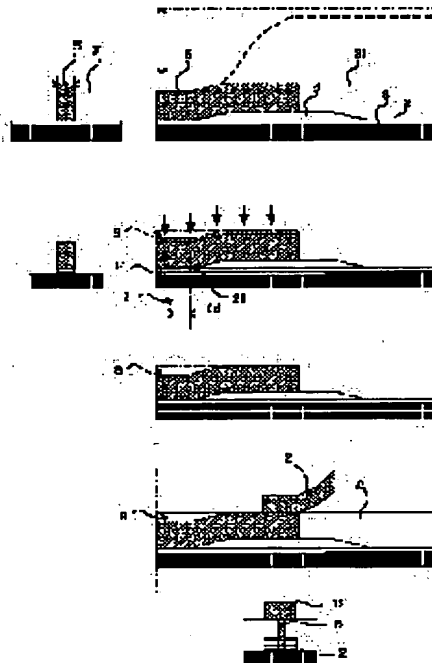
(72)Inventor : MIMA HIROYUKI
MEGURO SATOSHI
FUKUI HIROSHI
TORII ZENZO
IKEUCHI SHITSUICHI

(54) RECORDING/REPRODUCING SEPARATED MAGNETIC HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make the track width narrowable and to facilitate the control of the gap depth by providing an upper magnetic pole with respectively separated magnetic pole part, magnetic pole and yoke part, forming the magnetic pole part on an insulating layer for gap depth regulation on a gap layer on the magnetic recording side and magnetically connecting the yoke part to the upper surface of the magnetic pole part and the upper surface of the magnetic pole at the same height.

SOLUTION: A gap layer 3 is formed on a lower magnetic pole 2 and an insulating layer 4 for gap depth regulation is formed at a part of the gap layer 3. A magnetic pole part 5 is formed on the insulating layer 4 for gap depth regulation by a resist 31. The height of the resist 31 can be determined and reduced corresponding to the height of the magnetic pole part 5 regardless of a coil or yoke part 12 and the track width of the magnetic pole part 5 can be formed narrow. A notched part 9 is formed on the magnetic recording side of the magnetic pole part 5 corresponding to the thickness of the insulating layer 4 for gap depth regulation and filled with a non-magnetic substance. The gap depth of the magnetic pole part 5 can be determined by the top end portion of the insulating layer 4 for gap depth regulation and can be highly accurately controlled.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-276707

(P2000-276707A)

(43)公開日 平成12年10月6日(2000.10.6)

(51)Int.Cl.⁷

G 1 1 B 5/31

識別記号

F I

G 1 1 B 5/31

テ-マコ-ト*(参考)

D 5 D 0 3 3

C

K

審査請求 未請求 請求項の数27 O L (全 15 頁)

(21)出願番号

特願平11-81964

(22)出願日

平成11年3月25日(1999.3.25)

(71)出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都港区芝浦一丁目2番1号

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 美馬 宏行

栃木県真岡市松山町18番地 日立金属株式会社電子部品事業部内

(74)代理人 100082304

弁理士 竹本 松司 (外4名)

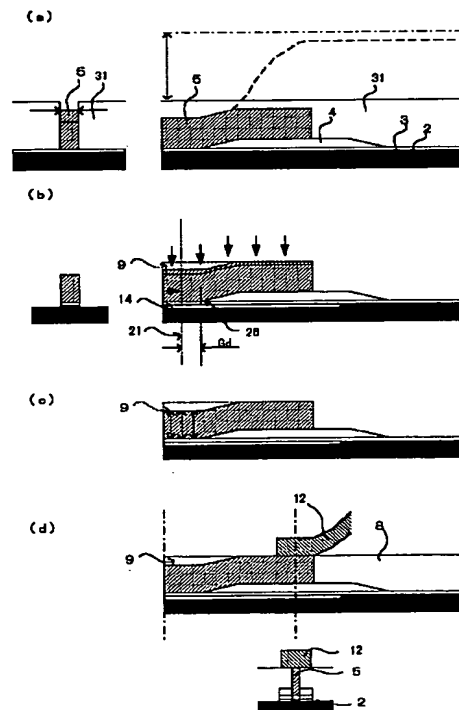
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 記録再生分離型磁気ヘッド

(57)【要約】

【課題】 狭トラック幅、ギャップ深さの制御、上部磁極の組成変動や膜厚の抑制等により記録再生分離型磁気ヘッドを小型化し、高容量化する。

【解決手段】 上部磁極を磁極部と磁極柱とヨーク部に分離した構成とすると共に、コイル層やヨーク部を形成する前段階の、磁極部を形成する面が平坦な状態で記録ヘッド部分の磁極部を形成することによって、下部磁極上に積層したコイルや絶縁層によってギャップ層との間に生じる段差により生じる障害を解決し、記録再生分離型磁気ヘッドを小型化し、高容量化する。上部磁極はそれぞれ分離した磁極部と磁極柱とヨーク部とを備え、磁極部は磁気記録面側においてギャップ層上及び該ギャップ層上に形成されたギャップ深さ規定用絶縁層上に形成し、ヨーク部は磁極部の上部面と磁極柱の上部面において同一高さで磁氣的に接続する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも磁気記録面側においてギャップ層を挟んで対峙させて磁気回路を構成する下部磁極と上部磁極を備えた記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、上部磁極はそれぞれ分離した磁極部と磁極柱とヨーク部とを備え、前記磁極部は磁気記録面側においてギャップ層上及び該ギャップ層上に形成されたギャップ深さ規定用絶縁層上に形成され、前記ヨーク部は磁極部の上部面と磁極柱の上部面において同一高さで磁氣的に接続することを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 2】 請求項 1 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、磁極部はヨーク部の形成前に独立して形成することを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 3】 請求項 1 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、磁極部の厚さは、磁極柱の厚さより少なくともギャップ深さ規定用絶縁層の厚さ分だけ薄いことを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 4】 請求項 1, 3 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、磁極部の下方のギャップ層及び下部磁極のトラック幅への整形と、磁極部及び磁極柱の高さ調整とは、同一のミリングによって同時に形成されるものであることを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 5】 請求項 1, 3 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、磁極部と磁極柱とは同一高さにおいてヨーク部と接触することを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 6】 請求項 1, 3, 5 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、磁極部とヨーク部の接触部分の深さ方向の長さは、磁極部の厚さよりも大きいことを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 7】 請求項 1, 3～6 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、磁極部と接触するヨーク部の磁極柱側の端部は、磁極部の後端と同位置あるいは後方であることを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 8】 請求項 1, 3～7 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、磁極柱と接触する側のヨーク部の深さ方向の長さは磁極柱の深さ方向の長さより長いことを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 9】 請求項 1, 3～8 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、磁極柱と接触する側のヨーク部の面積は磁極柱の面積より大きいことを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 10】 請求項 1, 3～9 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、磁極柱と接触する側のヨーク部の後端は磁極柱の後端より前方にあることを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 11】 請求項 1 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、ギャップ深さ規定用絶縁層の磁気記録面側の端部をギャップ深さを規定する端部とすることを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 12】 請求項 1 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、磁極部は、磁極部のギャップ層上に形成される上部面をギャップ深さ規定用絶縁層上に形成される磁極部の上部面より低くする切り欠き部を備え、該切り欠き部の上部面は、ギャップ深さ規定用絶縁層上に形成される磁極部の上部面と同一高さであることを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 13】 請求項 12 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、切り欠き部の厚さは、ギャップ深さ規定用絶縁層の厚さより低いことを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 14】 請求項 12 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、切り欠き部の後端とギャップ深さ規定用絶縁層の前端は、磁気記録面からほぼ同一の深さにあることを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 15】 請求項 12 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、磁極部と接触するヨーク部の磁気記録面側の端部は、切り欠き部の後端と同位置あるいは後方であることを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 16】 請求項 12 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、切り欠き部内及び磁極部と磁極柱の間の凹部は、非磁性材で埋設され、磁極部と非磁性材と磁極柱の各上部面は同一の平面を形成することを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 17】 請求項 16 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、磁極部と磁極柱の間の凹部に埋設された非磁性材の平面上にコイルを形成することを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 18】 請求項 16 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、前記平面はケミカルメカニカルポリッシング (CMP) により形成されることを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 19】 請求項 1～18 記載のいずれかの記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、ギャップ層上に形成される磁極部の上部面の高さは、ギャップ深さの区間において同一高さであることを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 20】 請求項 1～18 記載のいずれかの記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、磁極部と磁極柱とヨーク部は同一組成であることを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 21】 請求項 1～18 記載のいずれかの記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、磁極部と磁極柱とヨーク部は異なる組成であることを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 22】 請求項 21 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、磁極部の飽和磁束密度はヨーク部の飽和磁束密度より大きいことを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 23】 請求項 21 記載の記録再生分離型磁気

ヘッドにおいて、磁極部の比抵抗はヨーク部の比抵抗より小さいことを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 24】 請求項 20～23 記載の記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、ヨーク部の厚さは磁極部の厚さより薄いことを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 25】 少なくとも磁気記録面側においてギャップ層を挟んで対峙させて磁気回路を構成する下部磁極と上部磁極を備えた記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、前記磁気記録面は、下部磁極、ギャップ層、上部磁極、非磁性層、及びオーバーコート部の積層面を露出して備えることを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 26】 少なくとも磁気記録面側においてギャップ層を挟んで対峙させて磁気回路を構成する下部磁極と上部磁極を備えた記録再生分離型磁気ヘッドにおいて、上部磁極はそれぞれ分離した磁極部と磁極柱とヨーク部とを備え、前記上部磁極は、下部磁極、ギャップ層、ギャップ深さ規定用絶縁層、上部磁極及び磁極柱を順に積層して形成した後、上部磁極と該上部磁極が形成されるギャップ層及び下部磁極のミリングにより形成し、前記磁極柱は、上部磁極の形成の後に非磁性材を積層し、上部磁極の一部を共に露出させて同一高さの平面とし、前記ヨーク部は平面及びコイルの上方に形成されることを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 27】 請求項 1～26 記載のいずれかにおいて、記録再生分離型磁気ヘッドをスライダーとし、磁気記録面を浮上面とする磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、記録再生分離型の磁気ヘッドに関し、特に基板上に下部磁極層、磁気ギャップ層および上部磁極層を形成してなる磁気抵抗効果型磁気ヘッドの記録ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】 記録再生分離型磁気ヘッドは、記録ヘッド部と再生ヘッド部とを分離して備える磁気ヘッドであり、MRヘッドやGMRヘッドやTMRヘッド等が知られている。

【0003】 記録ヘッド部の一構成として、膜状の下部磁極と上部磁極の間にギャップ層を設け、上部磁極と下部磁極とを磁的に接続し、上部磁極と下部磁極の接続部周囲にコイル層を設け、上部磁極を保護層で覆う薄膜磁気ヘッドが知られている。

【0004】 図 8、9 は記録再生分離型磁気ヘッドの一構成例の概略図及び断面図である。図 8、9 において、記録再生分離型磁気ヘッドは記録ヘッド部 100 と再生ヘッド部 120 とを備える。記録ヘッド部 100 は、下部磁極 102 と上部磁極 105 とをギャップ層 103 を挟んで対面して配置させて構成している。また、再生ヘッド部 120 は、上部シールド 102（下部磁極 102 と兼用する）と下部シールドとの間に再生素子 121 を

配置して構成している。また、記録ヘッド及び再生ヘッドと外部との間は引き出し端子 113 及び端子 114 を介して接続している。

【0005】 なお、以下の説明では、記録ヘッド部分のみ示し、再生ヘッド部分については省略する。また、記録再生分離型磁気ヘッドは単に磁気ヘッドとして説明する。

【0006】 磁気媒体に対する記録は、磁気ヘッドのギャップ層の先端面を磁気媒体に対向させ、下部磁極、磁気媒体、上部磁極によって磁気回路を形成し、この磁気回路に生じる磁気変化を利用して行っている。

【0007】 従来より、磁気ヘッドの記録ヘッド部の磁極の形成には、下部磁極と上部磁極をマスクを利用してスパッタで形成する方法、下部磁極と上部磁極を成膜した後、イオンミリングで所定寸法に加工する方法、下部磁極と上部磁極をめっきで成膜した後、ケミカルエッチングで所定寸法にエッチングする方法等の種々の方法が用いられている。

【0008】 また、トラック幅分だけ間隔を開けて一対のレジスト部を設け、このレジスト部間に下部磁極とギャップ層と上部磁極を、金属材料によるめっきで形成する薄膜磁気ヘッド（特開平 6-28626 号公報）も知られている。

【0009】 図 10 は従来の磁気ヘッドの記録ヘッド部の一形成工程例を示す図である。なお、図 10 では、左方に磁気記録面（浮上面（ABS））側から見た図を示し、右方に磁気記録面（浮上面（ABS））側から奥行き方向への断面図を示している。なお、磁気ヘッドをスライダーに適用した場合には、磁気記録面は浮上面（ABS）となる。

【0010】 図 10 に示す磁気ヘッドの記録ヘッド部は、基板上に下部磁極 101、102 を形成し、下部磁極 102 上に非磁性体をスパッタしてギャップ層 103 を形成し、ギャップ層 103 の一部をエッチングしてバックスルーホール 115 を形成した後、ギャップ層 103 上に絶縁層 104 を形成する（図 10（a））。

【0011】 絶縁層 104 上にコイル 110 を形成した後（図 10（b））、絶縁層 111 を形成し、さらにコイル 110' 及び絶縁層 111 を形成して多層コイルを形成する（図 10（c））。さらに、露出しているギャップ層 103、絶縁層 111、及びバックスルーホール 115 上に上部磁極 105 をめっきで形成する（図 10（d））。

【0012】 上部磁極 105 を形成した後、イオンリングによって絶縁層 103 及び下部磁極 102、101 をトリムして、上部磁極 105 と下部磁極 102、101 の幅をトラック幅にそろえる（図 10（e））。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】 磁気ヘッドの小型化や磁気ヘッドを用いた磁気記録装置の高容量化に伴って、

より狭いトラック幅で高精度の磁気ヘッドが求められている。現在の磁気ヘッドでは、トラック幅は $0.9\mu\text{m}$ が限界であるが、 10Gb の大容量の磁気ヘッドでは $0.6\mu\text{m}$ のトラック幅が必要となる。

【0014】しかしながら、従来の磁気ヘッドの記録ヘッド部の構成では、狭トラック幅化や高精度化に限界が生じている。発明者は、この磁気ヘッドの狭トラック幅化や高精度化の障害となっている一要因に素子の段差があることを見出した。

【0015】従来の磁気ヘッドの記録ヘッド部では、下部磁極上に積層したコイルや絶縁層によってギャップ層との間に段差が生じる。この段差は、狭トラック幅化を困難とし、ギャップ深さの制御を困難とし、また、上部磁極の場所による組成変動や膜厚の不均一を起し、磁気特性の制御を困難としている。

【0016】図11は従来の磁気ヘッドの記録ヘッド部の問題点を説明するための図である。図11(a)は段差がトラック幅の形成におよぼす影響を説明する図である。上部磁極105を形成するには、下部磁極100及び絶縁層103上にコイル110及び絶縁層111を形成した後、レジスト131を形成し、このレジスト131にトラック幅 T_w の幅の溝133を形成する。この溝133内にメッキを行うことによって、上部磁極105の磁気記録面側のトラック幅を所定の幅に形成する。

【0017】上部磁極105は、トラック幅を形成する側及びコイル110側に形成する必要があるため、形成されるレジスト131の膜厚 A はコイル110及び絶縁層111で形成される段差に応じて高くなり、 $10\mu\text{m}$ 以上が必要である。しかしながら、狭いスリットを深く形成することには限界があり、 $10\mu\text{m}$ 以上の膜厚にたとえば $0.6\mu\text{m}$ 程の狭いスリットを形成して、絶縁層103まで到達する溝133を形成することは困難であるという問題がある。溝133の底が絶縁層103の面まで届かない場合には、磁気ヘッドの磁極ギャップの幅を所定値とすることができない。

【0018】図12は上部磁極を形成するためのレジストを説明するための概略斜視図である。レジスト131はコイルや絶縁層111よりも高い膜厚で形成される(図12(a))。溝133は、狭いトラック幅 T_w で、レジスト131の上面から形成されるが、形成できる深さには限界があるため、膜厚 A が厚い場合にはギャップ層を構成する絶縁層103まで到達することができない。

【0019】図11(b)、(c)は段差がギャップ深さの制御におよぼす影響を説明する図である。

【0020】磁気ヘッドの磁気記録特性を定める一パラメータとしてギャップ深さ G_d (あるいはスロートハイトとも云う)がある。このギャップ深さ G_d は磁気記録面から上部磁極の後端までの距離であり、絶縁層の磁気記録面側の先端の位置によって定めることができる。図

11(b)は、後工程で形成する絶縁層111によってギャップ深さ G_d を定める場合を示している。

【0021】膜厚 A が厚い場合には後工程で形成する絶縁層111は、積層したコイル等の厚さによって絶縁層103との段差によって膜厚 A が大きいと、その絶縁層の磁気記録面側の先端位置 B を精度良く制御することが困難である。絶縁層の先端位置 B のずれはギャップ深さ G_d のずれとなるため、段差が大きい場合にはギャップ深さ G_d を高精度に制御することができないという問題がある。

【0022】図11(b)に対して、図11(c)は先の工程で形成する絶縁層104によってギャップ深さ G_d を定める場合を示している。この絶縁層104によれば、段差に係わらずに先端位置 C を定めることができる。しかしながら、絶縁層104を形成した後の工程によって、絶縁層104の先端位置 C は図中の矢印のように位置 D に後退する。したがって、先の工程で形成する絶縁層104を用いた場合にも、ギャップ深さ G_d を高精度に制御することができないという問題がある。

【0023】また、図11(d)は段差が上部磁極の組成や膜厚におよぼす影響を説明する図である。上部磁極等の磁気回路の磁路構成部分をめっきで形成する場合、めっき形成面に段差があると膜厚や組成が場所によって異なり、磁路構成部分の膜厚や組成を均一とすることができないという問題がある。この磁路構成部分における膜厚や組成の不均一性は、磁気ヘッドの磁気特性に影響を与え、所望とする記録再生特性を得ることができない場合がある。組成や膜厚の不均一性は、特に NiFe めっきにおいて Fe 成分が多い組成(45NiFe ($\text{Ni}45\text{wt}\%\text{Fe}55\text{wt}\%$))の場合に顕著となる。

【0024】上部磁極105をめっき形成すると、浮上面側及びバックスルーホール側とこの両者の中間部分との間に段差が生じる。上部磁極の浮上面側 F とバックスルーホール側 G との中間部分 E を基準とすると、 83NiFe ($\text{Ni}83\text{wt}\%\text{Fe}17\text{wt}\%$)では磁気記録面側 F とバックスルーホール側 G において膜厚が2%増加し、 Ni 組成がほぼ1($\text{wt}\%$)増加する。また、 45NiFe では浮上面側 F とバックスルーホール側 G において膜厚が10%減少し、 Ni 組成がほぼ2($\text{wt}\%$)増加する。

【0025】磁気記録面側 F は磁気記録媒体に近接する個所であり、浮上面側 F の上部磁極の膜厚が薄い場合には、薄膜磁気ヘッドの O/W (オーバーライト)特性が悪化することになる。また、ギャップ深さ G_d を設定するために、磁気記録面を切削して絶縁層104の先端位置 APEX との距離を定める際、磁気記録面側 F の高さ(厚さ) H が位置によって変動している場合には、切削位置によってその高さ(厚さ) H が変動することにもなる。

【0026】この組成および膜厚の変動は、金属析出と

同時に水素が発生し、特に微細パターン部分では共析水素および水素イオンの蓄積によって、析出界面のPHがめっき面の近傍で変動し、その結果PHに依存した組成変動が起こりやすくなるためと考えられ、また、特にFeを含む合金めっきでは、標準酸化還元電位（イオン化傾向）が卑な金属（イオン化し易い金属）が優先的に析出する“変則共析”という現象が起きるため、微細パターン部分での水素および水素イオンの界面蓄積により界面PHが変動し、組成変動や膜厚変動が起こりやすくなるためと考えられる。

【0027】上記のように、従来の磁気ヘッドの記録ヘッド部では、下部磁極上に積層したコイルや絶縁層によってギャップ層との間に生じる段差によって、トラック幅の狭幅化、ギャップ深さの制御、上部磁極の組成変動や膜厚の不均一等による磁気特性制御等の点で問題があり、磁気ヘッドを小型化、高容量化する上で障害となっている。

【0028】そこで、本発明は前記した従来の問題点を解決して、磁気ヘッドを小型化、高容量化することを目的とする。さらに詳細には、下部磁極上に積層したコイルや絶縁層によってギャップ層との間に生じる段差による問題点を解決し、狭いトラック幅を備える記録再生分離型磁気ヘッドを提供することを目的とし、ギャップ深さの容易な制御が容易な記録再生分離型磁気ヘッドを提供することを目的とし、上部磁極の組成変動や膜厚の不均一を抑制し、磁気特性の制御を容易とすることができる記録再生分離型磁気ヘッドを提供することを目的とする。

【0029】

【課題を解決するための手段】本発明は、上部磁極を磁極部と磁極柱とヨーク部に分離した構成とすると共に、コイル層やヨーク部を形成する前段階の、磁極部を形成する面が平坦な状態において磁極部を形成することによって、下部磁極上に積層したコイルや絶縁層によってギャップ層との間に生じる段差により生じる障害を解決するものである。

【0030】本発明によれば、磁極部の形成に用いるレジストの高さ（厚さ）を低くすることができるため、狭いトラック幅を形成することができる。また、磁極部は後工程の影響を受けないため、ギャップ深さや磁極部の高さ（厚さ）の制御を容易とすることができる。また、磁極部と磁極柱とヨーク部の組成を個別に制御することができるため、上部磁極の組成変動や膜厚の不均一を抑制することができる。

【0031】図1は本発明の記録再生分離型磁気ヘッドを説明するための概略図である。なお、図1は記録再生分離型磁気ヘッドの記録ヘッド部分の一部を示しており主に磁極部の断面部分を示している。図1(a)は本発明による狭トラック幅の形成を説明するための図であり、図1(b)は本発明によるギャップ深さの制御の容

易さを説明するための図であり、図1(c)は本発明による磁極部の高さ（厚さ）の制御の容易さを説明するための図であり、図1(d)は本発明による上部磁極の組成変動や膜厚の抑制等を説明するための図である。

【0032】なお、以下の各図の説明において、磁気ヘッドにおいて磁気記録面を前方向として磁気記録面から磁気ヘッドの後端方向への位置及び距離を深さで表し、下部磁極側を下方向として下部磁極から上方向に向かう位置及び距離をそれぞれ高さ及び厚さで表すこととする。また、以下の説明では、記録ヘッド部分のみ示し、記録再生分離型磁気ヘッドは磁気ヘッドで表している。

【0033】はじめに、狭トラック幅の形成について説明する。図1(a)において、下部磁極2上にはギャップ層3が形成され、ギャップ層3の一部にはギャップ深さ規定用絶縁層4が形成される。磁極部5はギャップ層3上及びギャップ深さ規定用絶縁層4上に、レジスト31によって形成される。レジスト31の高さ（厚さ）は、コイルやヨーク部（図示していない）と無関係に磁極部5の高さ（厚さ）で定めることができるため、従来よりも低く（薄く）形成することができる。レジスト31の高さ（厚さ）を低く（薄く）することによって、磁極部5のトラック幅Twを狭く形成することができる。レジスト膜厚を一例として4μm程度とすることによって、トラック幅Twを0.5μm程度まで狭めることができる。

【0034】次に、ギャップ深さの制御の容易さについて説明する。図1(b)において、磁極部5をレジスト31を用いてめっき等で形成した後、イオンミリング等によって磁極部5の部分のギャップ層3及び下部磁極2をトリムし、ギャップ層3及び下部磁極2の幅を磁極部5のトラック幅Twの整形する。磁極部5の磁気記録面側には、ギャップ深さ規定用絶縁層4の厚さによって切り欠き部9が形成され、この切り欠き部9は非磁性体で埋設される。

【0035】したがって、磁極部5のギャップ深さGdは、ギャップ深さ規定用絶縁層4の先端部分（APEX）で定まり、この位置は磁気記録面側の切削工程やヨーク部の形成工程等の後工程に影響されないため、高精度に制御することができる。

【0036】次に、磁極部の高さ（厚さ）の制御の容易さについて説明する。図1(c)において、前記図1(b)で示したように、磁極部5のギャップ深さの区間において、磁極部5はギャップ層3の平らな面上に形成され、また、ミリングでトリムされた後には、磁極部5の上面部分は切り欠き部9の非磁性体で覆われるため。そのため、ギャップ深さの区間では磁極部5の厚さは一定となる。したがって、磁気記録面側の切削工程で深さ方向に切削しても、磁極部5の厚さは、ミリング時に定めた一定の厚さとなる。

【0037】次に、上部磁極の組成変動や膜厚の抑制等

について説明する。図1(d)において、磁極部5を形成した後、該磁極部5に磁氣的に接続するようにヨーク部12を形成する。磁極部5とヨーク部12とを分離し、別工程で形成することにより、各部分の組成及び膜厚を任意に制御することができる。

【0038】また、磁気記録面において、磁極部5及び切り欠き部9の側部は非磁性材で埋設し、磁極部5及び切り欠き部9の上面と同一高さにする。これによって、磁極部5上に形成するヨーク部12の幅を大きくとることができ、磁極部5とヨーク部12との位置合わせを容易とすることができる効果、及び磁極部5とヨーク部12の接合個所付近におけるすの発生を防止することができる効果がある。

【0039】上記したように、狭いトラック幅の形成、ギャップ深さの容易な制御、上部磁極の組成変動や膜厚の不均一の抑制等によって、磁気ヘッドを小型化し、また高容量化することができる。

【0040】上記した本発明の磁気ヘッドは、以下の各形態によって構成することができる。本発明の第1の形態は、少なくとも磁気記録面側においてギャップ層を挟んで対峙させて磁気回路を構成する下部磁極と上部磁極を備えた磁気ヘッドにおいて、上部磁極はそれぞれ分離した磁極部と磁極柱とヨーク部とを備え、磁極部は磁気記録面側においてギャップ層上及び該ギャップ層上に形成されたギャップ深さ規定用絶縁層上に形成し、ヨーク部は磁極部の上部面と磁極柱の上部面において同一高さで磁氣的に接続する構成である。

【0041】この構成によって、上部磁極を磁極部と磁極柱とヨーク部に分離した構成とし、また、磁極部をコイル層やヨーク部を形成する前段階の、磁極部を形成する面が平坦な状態において磁極部を形成する。

【0042】第1の形態において、磁極部はヨーク部の形成前に独立して形成し、また、磁極部の厚さは、磁極柱の厚さより少なくともギャップ深さ規定用絶縁層の厚さ分だけ薄い構成とする。これによって、ギャップ深さの制御及び磁極部の高さ(厚さ)を高精度に制御することができる。

【0043】また、第1の形態において、同一のミリングによって、磁極部の下方のギャップ層及び下部磁極のトラック幅への整形と、磁極部及び磁極柱の高さ調整とを同時に行うことができ、工程を簡略化することができる。

【0044】第1の形態において、磁極部とヨーク部との関係において以下の構成とすることができる。上記関係の第1の構成は、磁極部と磁極柱とは同一高さにおいてヨーク部と接触する構成である。上記関係の第2の構成は、磁極部とヨーク部の接触部分の深さ方向の長さを、磁極部の厚さよりも大とする構成であり、この構成によって磁気特性を向上させることができる。上記関係の第3の構成は、磁極部と接触するヨーク部の磁極柱側

の端部を、磁極部の後端と同位置あるいは後方とする構成であり、この構成によってヨーク部形成時における位置ずれを吸収することができる。上記関係の第4の構成は、磁極柱と接触する側のヨーク部の深さ方向の長さを磁極柱の深さ方向の長さより長くする構成であり、この構成によってヨーク部形成時における位置ずれを吸収することができる。上記関係の第5の構成は、磁極柱と接触する側のヨーク部の面積は磁極柱の面積より大とする構成であり、この構成によってヨーク部形成時における位置ずれを吸収することができる。上記関係の第6の構成は、磁極柱と接触する側のヨーク部の後端を磁極柱の後端より前方とする構成であり、この構成によってヨーク部形成工程を容易なものとするすることができる。

【0045】また、第1の形態について、ギャップ深さ規定用絶縁層の磁気記録面側の端部をギャップ深さを規定する端部とすることができ、この構成によってギャップ深さの制御を容易とすることができる。

【0046】さらに、第1の形態において、磁極部は以下の構成とすることができる。磁極部は、磁極部のギャップ層上に形成される上部面をギャップ深さ規定用絶縁層上に形成される磁極部の上部面より低くする切り欠き部を備え、切り欠き部の上部面は、ギャップ深さ規定用絶縁層上に形成される磁極部の上部面と同一高さである構成である。切り欠き部は、磁極部の高さを定める基準となる。

【0047】上記磁極部の構成が備える切り欠き部において、以下の構成とすることができる。切り欠き部における第1の構成は、切り欠き部の厚さをギャップ深さ規定用絶縁層の厚さより低い構成である。切り欠き部における第2の構成は、切り欠き部の後端とギャップ深さ規定用絶縁層の前端を、磁気記録面からほぼ同一の深さとする構成とする。これは、ギャップ深さ規定用絶縁層の前端によってギャップ深さが定まり、少なくともこのギャップ深さの区間において磁極部の高さを一定とするためである。

【0048】切り欠き部における第3の構成は、磁極部と接触するヨーク部の磁気記録面側の端部を、切り欠き部の後端と同位置あるいは後方とする構成とする。これは、ヨーク部は少なくとも磁極部と磁氣的に接続するためである。切り欠き部における第4の構成は、切り欠き部内及び磁極部と磁極柱の間の凹部を非磁性材で埋設し、磁極部と非磁性材と磁極柱の各上部面を同一の平面とする構成とする。この非磁性材は熱伝導性が良い絶縁材とし、これによって、コイルから発生する熱の放熱を良好に行うことができる。

【0049】また、上記切り欠き部における第5の構成において、磁極部と磁極柱の間の凹部に埋設された非磁性材の平面上にコイルを形成し、また、該平面をケミカルメカニカルポリッシング(CMP)により形成する。平面とすることによりコイルの形成を容易とすることがで

きる。また、ケミカルメカニカルポリッシングによる機械的な切削によって平坦性及び寸法の制御を容易とすることができる。

【0050】第1の形態において、ギャップ層上に形成される磁極部の上面の高さを、ギャップ深さの区間において同一高さとし、これによって磁極部の高さ(厚さ)を高精度に制御することができる。

【0051】また、第1の形態において、磁極部と磁極柱とヨーク部の組成を同一組成あるいは異なる組成に任意に形成することができる。同一組成とする場合には、磁極部とヨーク部の組成のばらつきを一例として従来の3wt%から0.5wt%に改善することができる。

【0052】異なる組成とする場合において、磁極部の飽和磁束密度をヨーク部の飽和磁束密度より大とする構成によって、大きな記録磁界を得ることができ、大きなO/W(オーバーライト)を得ることができる。また、磁極部の比抵抗をヨーク部の比抵抗より小とする構成によって、渦電流損を低減し、高い周波数に対応することができる。

【0053】また、第1の形態において、ヨーク部の厚さを磁極部の厚さより薄く形成し、インダクタンスを低減してNLTS(非線形性)を改善させることができる。

【0054】本発明の第2の形態は、少なくとも磁気記録面側においてギャップ層を挟んで対峙させて磁気回路を構成する下部磁極と上部磁極を備えた磁気ヘッドにおいて、磁気記録面は下部磁極、ギャップ層、上部磁極、非磁性層、及びオーバーコート部の積層面を露出して備える構成である。

【0055】第2の形態によれば、上部磁極の上方に位置する非磁性層の存在によって、上部磁極の厚さはギャップ深さによって影響されず、形成時のばらつきを抑制することができる。

【0056】また、本発明の第3の形態は、少なくとも磁気記録面側においてギャップ層を挟んで対峙させて磁気回路を構成する下部磁極と上部磁極を備えた磁気ヘッドにおいて、上部磁極はそれぞれ分離した磁極部と磁極柱とヨーク部とを備え、上部磁極は、下部磁極、ギャップ層、ギャップ深さ規定用絶縁層、上部磁極及び磁極柱を順に積層して形成した後、上部磁極と該上部磁極が形成されるギャップ層及び下部磁極のミリングにより形成し、磁極柱は、上部磁極の形成の後に非磁性材を積層し、上部磁極の一部を共に露出させて同一高さの平面とし、ヨーク部は平面及びコイルの上方に形成する構成である。

【0057】第3の形態によれば、上部磁極を磁極部と磁極柱とヨーク部に分離した構成に形成し、また、磁極部をコイル層やヨーク部を形成する前段階の、磁極部を形成する面が平坦な状態において磁極部を形成する。

【0058】また、上記した本発明の第1～3の形態に

おいて、磁気記録面を浮上面として、磁気ヘッドをスライダーとする磁気記録装置を構成することができる。本発明による磁気ヘッドをスライダーとする磁気記録装置によれば、磁気ヘッドの磁極のトラック幅Twを狭めることができるため、高密度記録及び高容量記録を行うことができる。また、磁気ヘッドの磁極部及びヨーク部の組成や厚さの制御が容易となるため、オーバーライト比や線形性や高周波特性が良好な磁気記録装置を得ることができる。

【0059】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図を参照しながら詳細に説明する。なお、以下の各図の説明において、磁気ヘッド(記録再生分離型磁気ヘッド)において磁気記録面を前方向として磁気記録面から磁気ヘッドの後端方向への位置及び距離を深さで表し、下部磁極側を下方向として下部磁極から上方向に向かう位置及び距離をそれぞれ高さ及び厚さで表すこととする。また、各図において、再生ヘッド部分を省略し、記録ヘッド部分のみ示している。

【0060】図2は本発明の磁気ヘッドの概略図であり、図2(a)は上部磁極側から見た平面図であり、図2(b)は磁極部を通る断面図である。図2(b)の断面図において、磁気ヘッド1は下部磁極2上に、ギャップ層3、ギャップ深さ規定用絶縁層4、磁極部5、磁極柱6、コイル層10、絶縁層11、ヨーク部12、及びオーバーコート部13等を積層して備え、磁極部5とヨーク部12と磁極柱6により上部磁極を構成し、この上部磁極とギャップ層3と下部磁極2とによって磁気回路を構成する。

【0061】磁気記録面21において、磁極部5とギャップ層3と下部磁極2の積層部分が露出し、磁極部5と下部磁極2との間の磁束によって磁気情報の書き込みあるいは読み出しを行う。なお、磁気ヘッド1をスライダーとする場合には、磁気記録面21は浮上面ABS(エアベアリングサーフェス)を構成する。

【0062】ギャップ層3は、下部磁極2上において、磁極柱6を形成するためのバックスルーホール15を除いて形成する。ギャップ深さ規定用絶縁層4は、磁極部5のギャップ深さGd(あるいはスロットハイトとも云う)を定めるものであり、磁気記録面21側の先端部分APEXがギャップ深さGdの後端位置となる。したがって、ギャップ深さ規定用絶縁層4は、磁気記録面21からギャップ深さGdの位置から後方に向かってレジストにより形成され、厚さは例えば1μm程度とすることができる。

【0063】磁極部5は、磁気記録面21側のギャップ層3からギャップ深さ規定用絶縁層4の一部にかけて形成する。磁極部5は段差を有した構造であり、ギャップ層3上に形成される磁極部5の高さはギャップ深さ規定用絶縁層4上に形成し磁極部5の高さより低く形成す

る。ギャップ層 3 上にある磁極部 5 の上部には、アルミナ等の非磁性材によって切り欠き部 9 を形成する。

【0064】磁極柱 6 は、下部磁極 2 上のギャップ層 3 が設けられていないバックスルーホール 15 部分に形成する。磁極部 5 と磁極柱 6 との間の空間部分は、埋め込まれて埋設部 8 を構成している。埋設部 8 の素材は、熱伝導性が良い絶縁体を用いることができ、アルミナ等の非磁性材を使用することができる。

【0065】切り欠き部 9 と磁極部 5 の一部と磁極柱 6 と埋設部 8 の上部面は、同一の高さであり同一面 20 を形成している。埋設部 8 の平面 20 上にはコイル層 10 及び絶縁層 11 が形成される。このコイル層と絶縁層は多層とすることができ、コイル層 10 及び絶縁層 11 の上方にコイル層 10' 及び絶縁層 11' を積層することができる。

【0066】コイル層 10 及び絶縁層 11 の上方には、両端において磁極部 5 及び磁極柱 6 と接続するヨーク部 12 を形成する。ヨーク部 12 は平面 20 上において磁極部 5 と接続する。該磁極部 5 との接続部分において、ヨーク部 12 の磁気記録面側の端部 24 は、切り欠き部 9 の立ち上がり端部 23 と同位置、あるいは端部 23 から後方の位置とする。また、該接続位置において、ヨーク部 12 の磁気記録面 21 側の後端 26 は、磁極部 5 の後端 25 と同位置、あるいは後端 25 から後方の位置とする。

【0067】また、ヨーク部 12 は平面 20 上において磁極柱 6 と接続する。該磁極柱 6 との接続部分において、ヨーク部 12 の磁気記録面側の端部 27 は、磁極柱 6 の磁気記録面側の端部より前方とし、後方の端部 28 は、磁極柱 6 の後方の端部より前方とする。

【0068】切り欠き部 9、磁極部 5 の一部、ヨーク部 12、磁極柱 6 の一部の上方はアルミナ等の非磁性材によって覆い、オーバーコート部 13 を形成する。図 2

(a) はオーバーコート部 13 を上方から見た図であり、オーバーコート部 13 は磁極部 5 や磁極柱 6 と比較して十分広い面積を備える。

【0069】なお、図 2 において、 $Ly1$ は APEX と切り欠き部 9 の立ち上がり上端との距離を示し、 $Ly2$ は切り欠き部 9 の立ち上がり上端とヨーク部 12 の広がり変化点 (角度 $\delta 2$) までの距離 (距離の一例として $6 \mu m$) を示し、 $Ly3$ は切り欠き部 9 の立ち上がり上端とヨーク部 12 の先端 24 との距離を示している。また、ヨーク部 12 の先端 24 と磁極部 5 の後端 25 との距離は、一例として $3 \mu m$ とする。また、ヨーク部 12 の先端 24 から前記変化点 (角度 2) までの広がり角度は角度 $\delta 1$ である。

【0070】また、APEX から磁極柱 6 の先端までの距離は Lm で示し、ヨーク部 12 の磁気記録面 21 側の後端 26 からコイル層 10 の先端までの距離は Lmf で示し、コイル層 10 の後端から磁極柱 6 の先端までの距

離は Lmb で示し、コイル層 10 の先端と後端と間の距離は Lmc で示している。また、磁極柱 6 の長さ方向の長さは Lbg (一例として $10 \mu m$) を示し、磁極柱 6 の先端から下部磁極 2 の後端までの距離は $Lupb$ で示し、磁極柱 6 の後端から下部磁極 2 の後端までの距離の一例は $3 \mu m$ である。

【0071】また、図 2 (a) において、磁極部 5 のトラック幅は Tw で示し、磁極柱 6 の幅は Wbg で示し、ヨーク部 12 の幅は $W1$ で示し、下部磁極 2 の幅は $Wmid$ で示している。

【0072】次に、本発明の磁気ヘッドを形成する手順について、図 3 のフローチャート、図 4、5 の手順を示した断面図、図 6、7 の手順を示した斜視図を用いて説明する。なお、フローチャート中の (a) ~ (i) は、図 4、5 の図番符号 (a) ~ (i) と対応させて示している。なお、図 4、5 の断面図において、断面図の左方に示す図は磁気記録面の図である。

【0073】はじめに、再生ヘッド部 120 を形成する。図 8、9 に示すように、再生ヘッド部 120 は下部シールド 122 上に再生素子 121 を形成し、該再生素子 121 上に上部シールドを形成して構成する。記録ヘッド部 100 を再生ヘッド部 120 上に形成する。このとき、再生ヘッド部 120 の上部シールドは記録ヘッド部 100 の下部磁極 102 を兼ねている。

【0074】図 4 (a) において、下部磁極 2 を形成し (ステップ S1)、該下部磁極 2 上のバックスルーホール 15 を除いた部分に絶縁層を設けてギャップ層 3 を形成する。ギャップ層 3 の厚さの一例として $0.2 \mu m$ 程度とする (ステップ S2)。さらに、ギャップ層 3 の上に、レジストによってギャップ深さ規定用絶縁層 4 を形成する。ギャップ深さ規定用絶縁層 4 の厚さの一例として $1 \mu m$ 程度とする (ステップ S3)。

【0075】次に、図 4 (b) において、磁極部 5 を形成するためのレジスト 31 を形成する。レジスト 31 は、磁極部 5 の厚さを形成するに足りる厚さであればよく、コイル層や絶縁層の厚さに対応した従来のレジストより薄く形成することができる。図 6 (a) はレジスト 31 を形成した状態を示している。

【0076】図 4 (c) において、レジスト 31 を形成した後、磁極部 5 を形成する部分、埋設部 8 となる部分、及び磁極柱 6 となる部分のレジストを除去して、溝 33 を形成する。図 6 (b) はレジスト 31 に溝 33 を形成した状態を示している。

【0077】磁極部 5 を形成する部分は、レジスト 31 にトラック幅 Tw の溝 33 を上面からギャップ層 3 まで形成する。レジスト 31 の厚さを $5 \mu m$ とした場合に、アスペクト比 10 とすれば $0.5 \mu m$ のトラック幅を形成することができる。

【0078】図 4 (d) において、レジスト 31 に形成した溝 33 を用いて、パーマロイ等をめっきして磁極部

5で形成する。パーマロイの組成は、磁極部5に対応して設定することができる。また、磁極柱6についても、磁極部5の形成と共にパーマロイ等のめっきで形成する。図6(c)は、溝33内に磁極部5を形成した状態を示している。

【0079】磁極部5及び磁極柱6を形成した後、レジスト31を除去する。磁極部5は、磁気記録面からギャップ深さまでのギャップ層3の部分と、ギャップ深さ規定用絶縁層4の一部にかけて形成する。このため、形成された磁極部5の高さは、ギャップ深さ規定用絶縁層4上に形成された部分は、ギャップ層3上に形成された部分よりも、ギャップ深さ規定用絶縁層4の厚さだけ高くなる。

【0080】また、図7(d)に示すように、磁極部5と磁極柱6との高さの関係は以下になる。磁極5はギャップ層3上及びギャップ深さ規定用絶縁層4上に形成されているのに対して、磁極柱6は下部磁極2上に形成されている。そのため、ギャップ層3上に形成された磁極5は、磁極柱6よりもギャップ層3の厚さだけ高くなる。また、ギャップ深さ規定用絶縁層4上に形成された磁極5は、ギャップ層3の厚さとギャップ深さ規定用絶縁層4の厚さとを加算した厚さだけ高くなる(ステップS4)。

【0081】次に、磁極5のミリングを行う。この磁極5のミリングは、磁極部5の厚みを調整すると共に、磁極部5の下方にある絶縁層3及び下部磁極2の幅をトラック幅Twに合わせ整形の作用と、ステップS4の工程で形成された磁極部5と磁極柱6との高さの段差を無くして同等の高さとする作用との2つの作用を含む。

【0082】図7(e)に示すように、ミリングは、磁気記録面に露出する上部磁極部5を切削すると共に、絶縁層3及び下部磁極2を切削してミリング部14を形成する。この切削によって、絶縁層3と下部磁極2の幅を同一のトラック幅Twに整形される。絶縁層3を挟んで下部磁極2と磁極部5の幅をトラック幅Twの合わせることによって、磁気記録に寄与しない方向への磁束の広がりを抑制する。

【0083】また、磁極部5と磁極柱6との高さの段差を無くして同等の高さとする作用は、後工程でコイル層やヨーク部を形成する場合に、これらの形成面を平面とする。

【0084】この工程は、図4(e)において、磁極部5を除いてレジスト32を形成し磁極柱6を覆い、磁極部5をミリングする(ステップS5)。

【0085】磁極部5と磁極柱6との高さの段差をほぼ無くした後、図4(f)に示すように、レジスト32を除去し、磁極部5及び磁極柱6の上面、切り欠き部9内、及び磁極部5と磁極柱6とで挟まれる凹部(埋設部8)内に、熱伝導性が良い絶縁材7を積層し覆う。該絶縁材の一例としては、アルミナ等の非磁性材を用いるこ

とができ、アルミナスパッタリングにより行うことができる(ステップS6)。

【0086】次に、積層した絶縁材7をCMP(ケミカルメカニカルポリッシング)によって研削する。図5

(g)において、ギャップ深さ規定用絶縁層4上に形成されている磁極部5の一部分と、磁極柱6とが露出するまで絶縁材7を研削する。このCMPラップによる研削によって、切り欠き部9と磁極部5の一部と埋設部8と磁極柱6の各上面を同一の高さに平坦化する。この研削によって、前記ミリング工程ではほぼ同一高さにそろえられた磁極部5の一部と磁極柱6とは同一高さとなる。また、切り欠き部9及び埋設部8の埋め込まれた絶縁材の面も同一高さとなる。この同一高さの面は、図7(f)において面20で示している。

【0087】このとき、磁気記録面側の磁極部5の上面は、その上側は切り欠き部9の絶縁層で覆われているため、研削によっても高さは変化せず一定となる。磁極部5の高さは、ステップS4のめっき処理とステップS5のミリング処理によって定めることができ、この平坦化の処理では変化しない。切り欠き部9の部分は、磁気ヘッドを磁気記録面側から見たとき、磁極部5上に形成された絶縁材によって確認することができる(ステップS7)。

【0088】次に、図5(h)において、平坦化した埋設部8の上面にコイル用レジストを形成し(ステップS8)、コイル層10を形成する(ステップS9)。このコイル層10を絶縁層11で覆って平面を形成した後、該平面上に再度コイル用レジストを形成し(ステップS10)、次のコイル層11を形成する(ステップS11)。これを繰り返すことによって、コイル層を積層することができる。

【0089】コイル層を形成した後、図7(f)に示すように、絶縁層11の上部にヨーク部12を形成する。ヨーク部12の両端は、磁極部5の露出面上及び磁極柱6の露出面上に形成し、磁極部5とヨーク部12と磁極柱6とを磁氣的に接続し、これによって上部磁極を構成する。このとき、ヨーク部12を形成するパーマロイ等の磁性材の組成は、磁極部5や磁極柱6と同じとすることも、あるいは異なるものとすることもできる(ステップS12)。

【0090】ヨーク部12を形成した後、記録ヘッド部と外部とを接続する引き出し端子(図8中で113で示す)を形成した後(ステップS13)、図5(i)に示すように、上部を非磁性材で覆い、オーバーコート部13を形成する(ステップS14)。

【0091】オーバーコート部13の上面を機械加工により引き出し端子113の端面を露出させ(ステップS15)、該引き出し端子113の端面に端子114をめっきで形成する(ステップS16)。

【0092】機械加工によってスライダーに加工すると

共に、磁気記録面を深さ方向に研削して、ギャップ深さを設定する。ギャップ深さの間では磁極部5上に切り欠き部9があるため、磁気記録面を深さ方向に研削しても、磁極部5の厚さは変化しない。磁気ヘッドを磁気記録面側から見たとき、磁極部5、磁極部5上に形成された切り欠き部9の絶縁材、及びオーバーコート部13の絶縁材は確認することができる。

【0093】なお、図5(i)中には、一点鎖線は磁極部を磁気記録面方向から見た断面(一点鎖線の位置)を示している。この位置では、切り欠き部9は存在しないため、ヨーク部12は絶縁材を介することなく層磁極部5上に直接接触している(ステップS17)。

【0094】本発明の磁気ヘッドの実施形態によれば、以下の(a)～(j)の各効果を奏することができる。

【0095】(a)磁極部上に切り欠き部を備えることによって、磁極部の高さ(厚さ)はギャップ深さによる影響を受けず、高さ制御が容易となる。ギャップ深さのばらつきは、従来の $0.5\mu\text{m}$ からほぼ0とすることができる。

【0096】(b)磁極部と磁極柱の形成において、磁極部の高さを磁極柱より低く形成することによって、CMPによる平坦化の精度を高めることができる。磁極柱の高さのばらつきは、従来の $0.4\mu\text{m}$ から $0.2\mu\text{m}$ とすることができる。

【0097】(c)ギャップ深さを磁極部の作成時に定めることができるため、磁極部の高さギャップ深さの差のばらつきを減少させることができ、磁気特性のばらつきを減少させることができる。磁極部の高さギャップ深さの差のばらつきは、従来の $0.3\mu\text{m}$ から $0.1\mu\text{m}$ とすることができる。

【0098】(d)磁極部とヨーク部とを個別に形成することによって、磁極部のトラック幅を狭くすることができる。アスペクト比10で、 $0.5\mu\text{m}$ のトラック幅を得ることができる。

【0099】(e)磁極部とヨーク部とを個別に形成することによって、めっきによる形成においても組成変動を減少させることができる。磁極部とヨーク部との組成変動のばらつきは、3wt%から0.5wt%に改善することができる。

【0100】(f)磁極部とヨーク部とを個別に形成により磁極部の飽和磁束密度 B_s を高めることによって、記録磁界を高め、O/Wを改善することができる。

【0101】(g)磁極部とヨーク部とを個別に形成によりヨーク部の厚さを磁極部より薄くすることによって、ヨーク部のインダクタンスを低減して、NLTS(線形性)を改善することができる。

【0102】(h)磁極部とヨーク部とを個別に形成によりヨーク部を磁極部より高抵抗とすることによって、渦電流損を低減し、高周波特性を高めることができる。

(i)磁極部、磁極柱及び埋設部を平坦化することによ

って、埋設部上にコイルを直接に配置することができ、コイルの配置ピッチを狭めることができる。また、埋設部をアルミナ等の熱伝導性の高い絶縁材とすることによって、コイルによる発熱の放熱性を高めることができる。

【0103】コイルピッチは、 $1.5\mu\text{m}$ とすることができる。また、温度上昇を抑えることが出来るため、温度上昇によるコイル抵抗の上昇を抑制することができる。

【0104】(j)磁極部、磁極柱及び埋設部を平坦化において、CMPによって磁極部及び埋設部を切削することによって、良好な平坦性と寸法精度を得ることができる。

【0105】本発明の磁気ヘッドにおいて、磁気記録面を浮上面とするスライダとすることによって、磁気記録装置をすることができる。

【0106】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、狭いトラック幅を備えることができ、ギャップ深さの容易な制御が容易とすることができ、また、上部磁極の組成変動や膜厚の不均一を抑制し、磁気特性の制御を容易とすることができる。

【0107】これによって、磁気記録分離型磁気ヘッドを小型化し、高容量化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気記録分離型磁気ヘッドを説明するための概略図である。

【図2】本発明の磁気記録分離型磁気ヘッドの概略図である。

【図3】本発明の磁気記録分離型磁気ヘッドを形成する手順を説明するためのフローチャートである。

【図4】本発明の磁気記録分離型磁気ヘッドを形成する手順を説明するための断面図である。

【図5】本発明の磁気記録分離型磁気ヘッドを形成する手順を説明するための断面図である。

【図6】本発明の磁気記録分離型磁気ヘッドを形成する手順を説明するための斜視図である。

【図7】本発明の磁気記録分離型磁気ヘッドを形成する手順を説明するための斜視図である。

【図8】記録再生分離型磁気ヘッドの一構成例の概略図である。

【図9】記録再生分離型磁気ヘッドの一構成例の断面図である。

【図10】従来の磁気ヘッドの一形成工程例を示す図である。

【図11】従来の磁気ヘッドの問題点を説明するための図である。

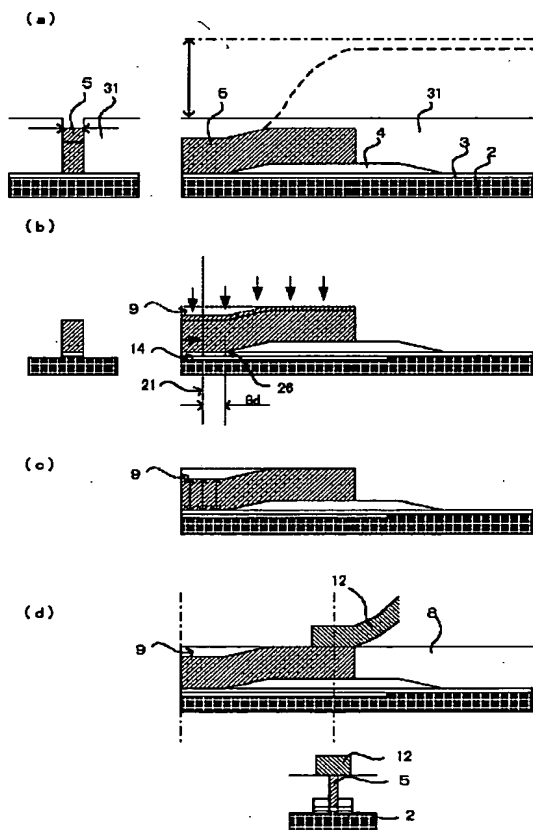
【図12】従来の上部磁極を形成するためのレジストを説明するための概略斜視図である。

【符号の説明】

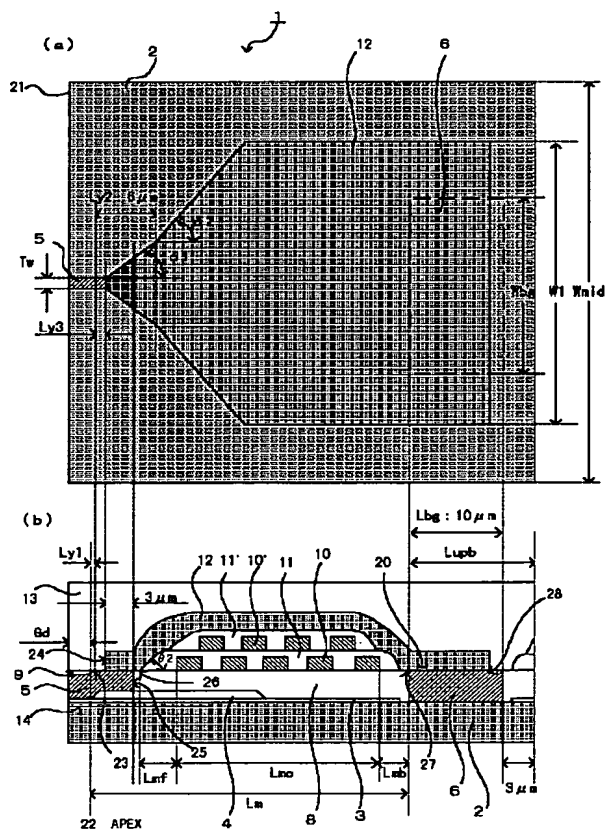
- 1 磁気ヘッド
- 2, 101 下部磁極
- 3, 103 ギャップ層
- 4, 104 ギャップ深さ規定用絶縁層
- 5, 105 磁極部
- 6 磁極柱
- 7 非磁性層
- 8 埋設部
- 9 切り欠き部
- 10, 10', 110, 110' コイル層
- 11, 11', 111 絶縁層
- 12, 112 ヨーク部

- 13 オーバーコート部
- 14 ミリング部
- 15, 115 バックスルーホール
- 20 平面
- 21 磁気記録面
- 22 先端位置 (APEX)
- 23, 24, 27, 28 端部
- 25, 26 後端
- 31, 32, 131 レジスト
- 33, 133 溝
- Tw トラック幅
- Gd ギャップ深さ

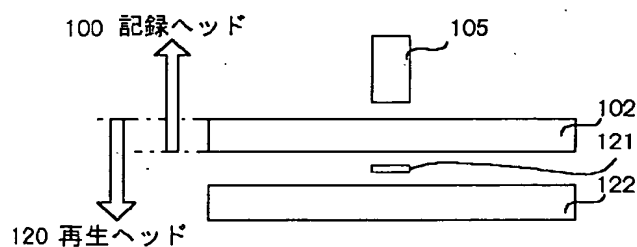
【図1】



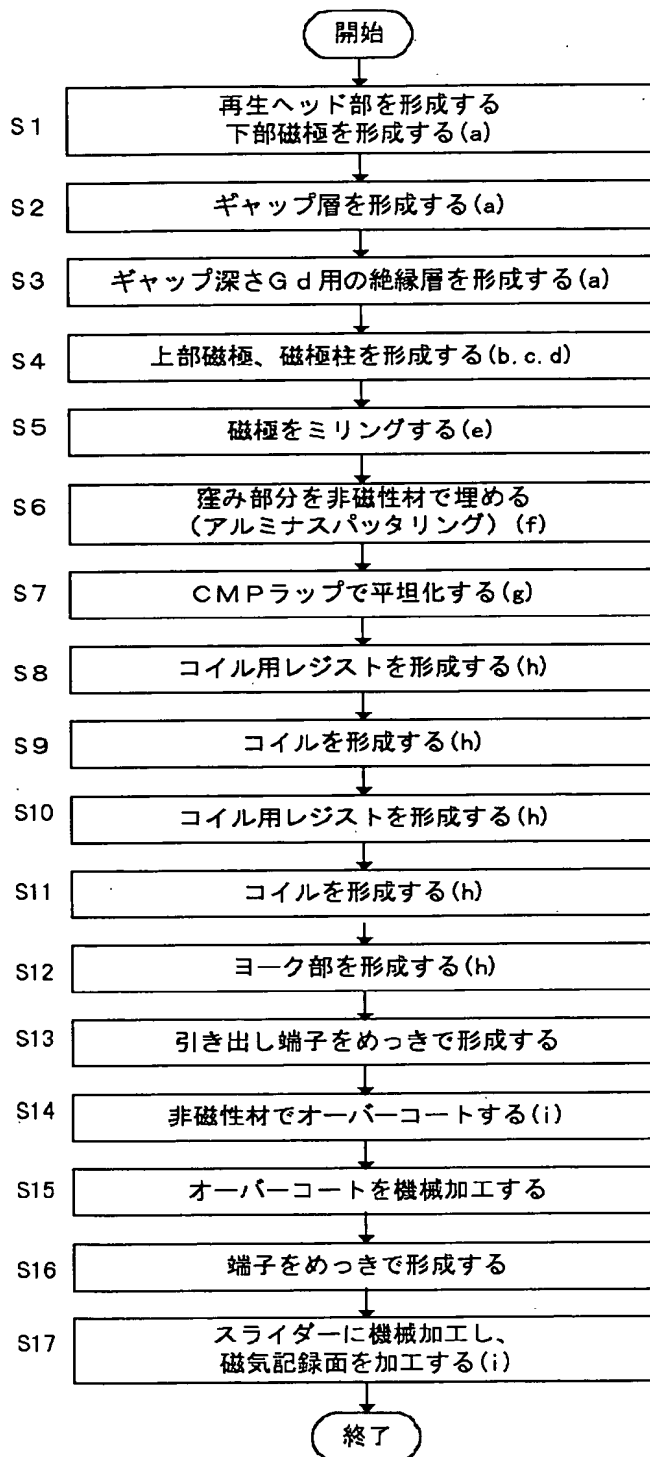
【図2】



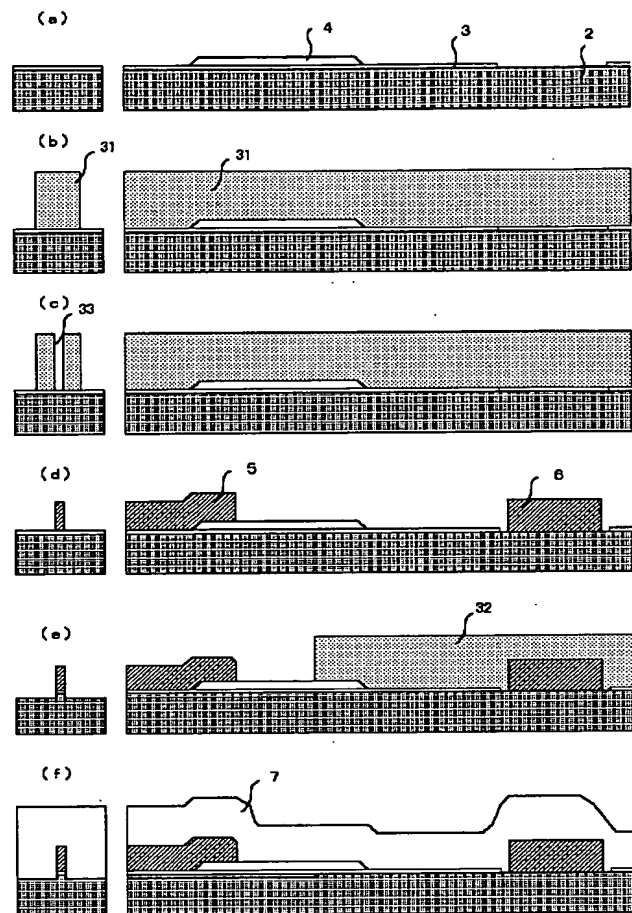
【図9】



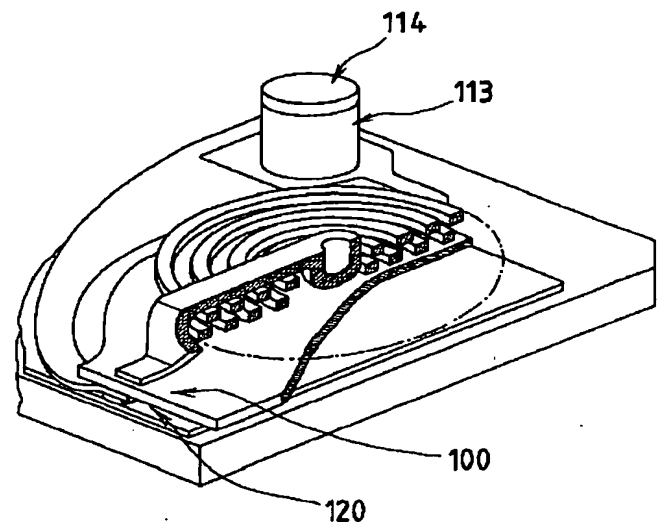
【図3】



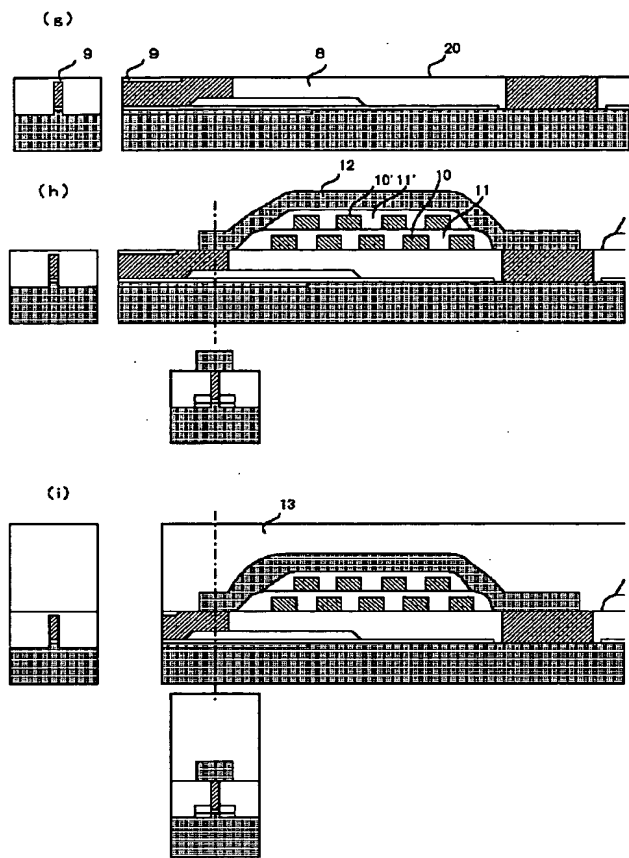
【図4】



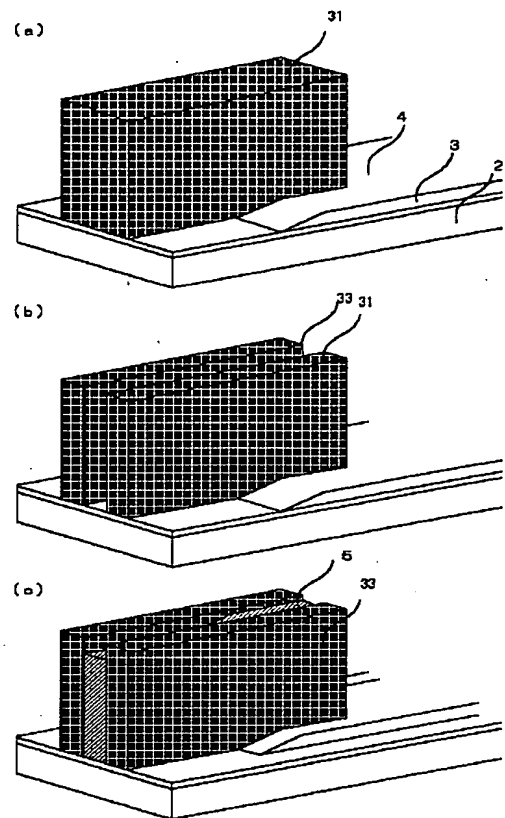
【図8】



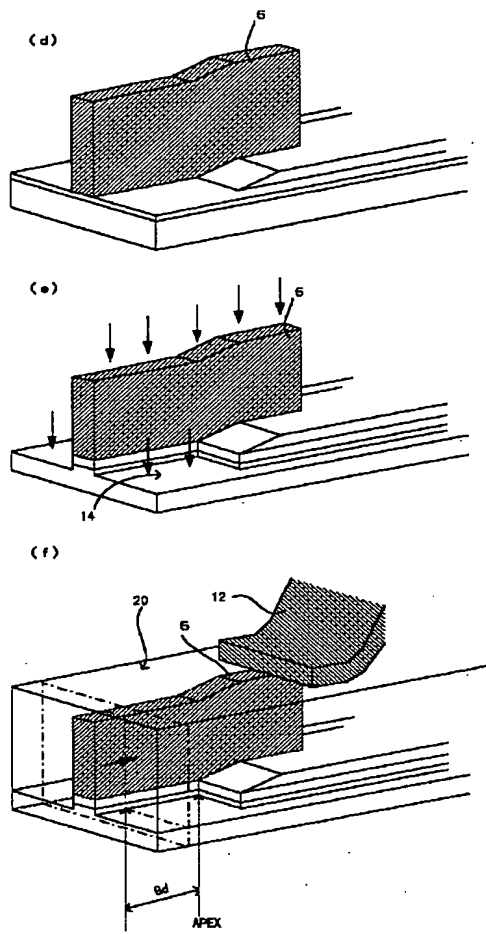
【図 5】



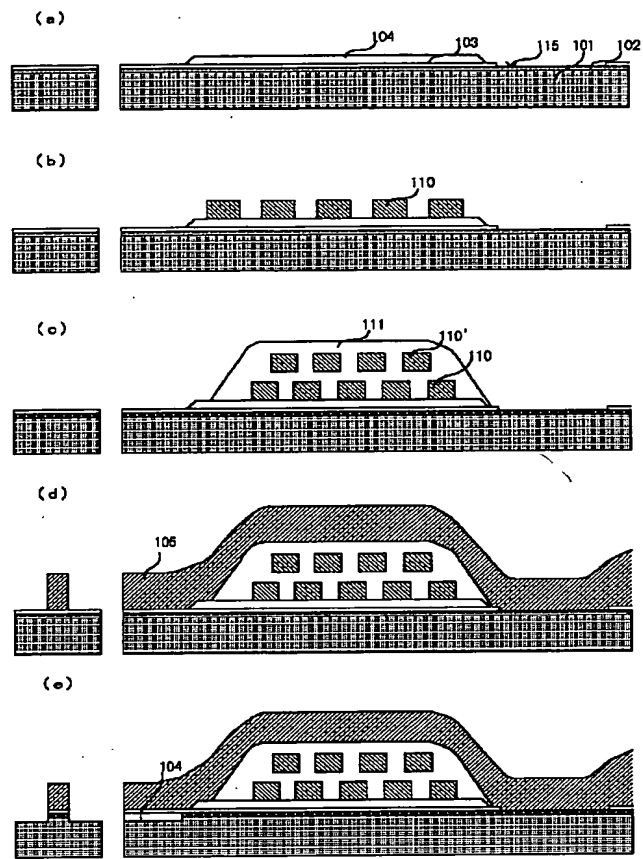
【図 6】



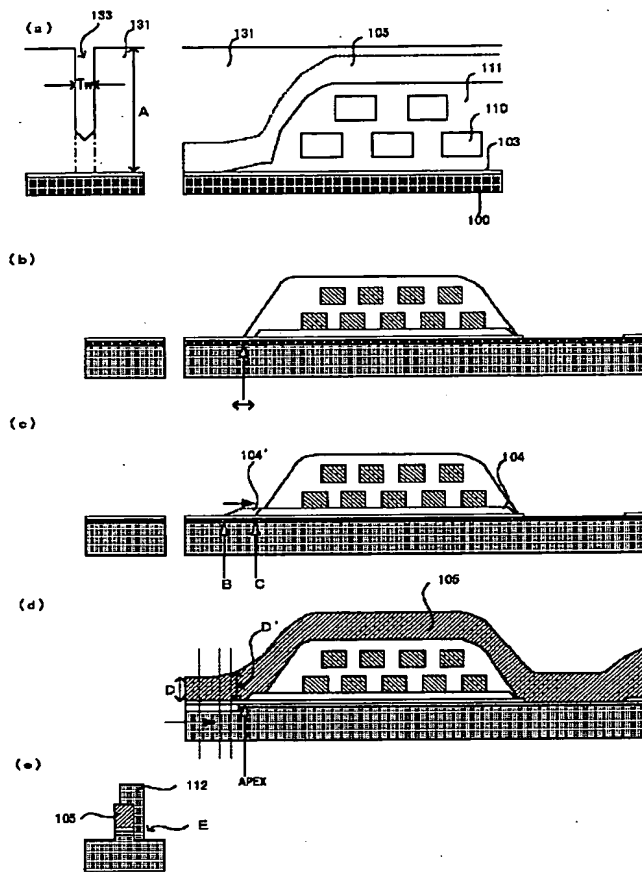
【図7】



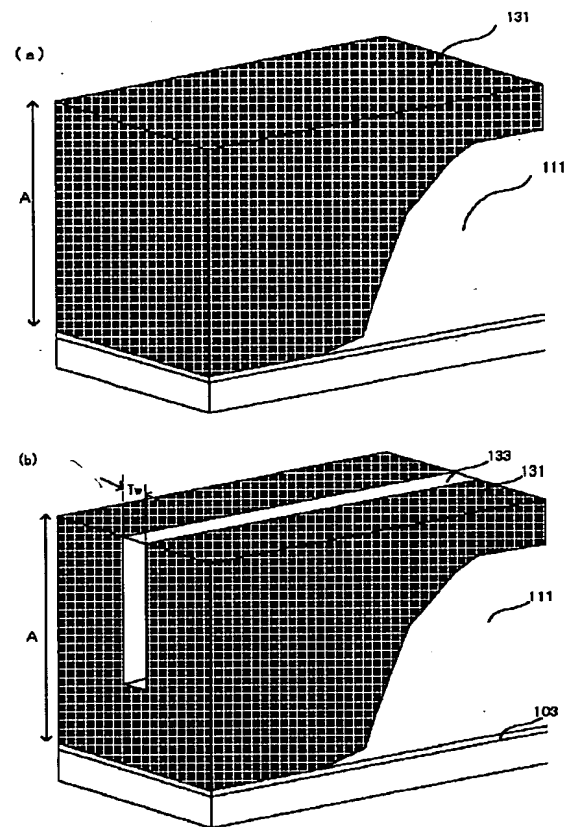
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 目黒 怜
栃木県真岡市松山町18番地 日立金属株式
会社電子部品事業部内

(72)発明者 福井 宏
埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株
式会社磁性材料研究所内

(72)発明者 鳥居 善三
栃木県真岡市松山町18番地 日立金属株式
会社電子部品事業部内

(72)発明者 池内 執一
栃木県真岡市鬼怒ヶ丘13番地 日立金属株
式会社真岡工場内

Fターム(参考) 5D033 BA07 BB43 DA02